

R&D

ZHONGGUO WEI LAI R&D TOURU PEIZHI DE LILUN YU SHIZHENG YANJIU

吴林海 杜文献 童霞◎著

中国未来R&D投入配置的理论 与实证研究

R&D与经济增长：理论述评 / 中国R&D投入、配置与经济增长

R&D投入、配置与政策演化的国际经验 / R&D投入配置的主要缺失与未来需求

基于战略目标的未来R&D投入与配置分析 / 未来R&D投入与配置的制度安排



化学工业出版社

教育部社科学研究2006年度一般项目研究成果

(项目编号: 06JA630026)

ZHONGGUO WEILAI R&D TOURU PEIZHI DE LILUN YU SHIZHENG YANJIU

吴林海 杜文献 童霞●著

中国未来R&D投入配置的 理论与实证研究



化学工业出版社

· 北京 ·

《中国未来 R&D 投入配置的理论与实证研究》是国家教育部社科研究 2006 年度社科项目的研究成果（项目编号：06JA630026）。本书基于国际经验与建设创新型国家视角，综合应用了多学科的研究方法，实证和规范、归纳和演绎、微观和宏观、静态与动态、定性与定量相结合，对中国未来 R&D 投入与配置展开了具体的研究。

本书重点研究了以下三个问题：一是发达国家在工业化发展的不同阶段 R&D 投入总量变化、来源结构、R&D/GDP 与有效配置的主要规律与演化原因；二是基于建设创新型国家的现实背景，描述与分析了在 2006~2020 年间中国建设创新型国家应形成的 R&D 投入的总量与来源结构、R&D/GDP 和 R&D 在三大主体、三大研发阶段间配置的理想状态；三是站在政府层面上，较为全面、完整地提出政府加大 R&D 投入、诱导企业 R&D 投入和促进 R&D 有效配置等操作性强的制度安排框架体系，为政府决策提供咨询。

本书既为政府相关部门的决策提供咨询，又为学界进一步展开具有中国特色的科技管理与政策的理论提供借鉴。适合国内高等院校、科研机构和政府科技管理部门的有关人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

中国未来 R&D 投入配置的理论与实证研究/吴林海，
杜文献，童霞著. —北京：化学工业出版社，2009.1
ISBN 978-7-122-04354-2

I. 中… II. ①吴…②杜…③童… III. ①科研管理-
资金-经济效果-经济评价-研究-中国②科学技术-投资-
经济效果-经济评价-研究-中国 IV. G322.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2008）第 198282 号

责任编辑：赵玉清
责任校对：顾淑云

文字编辑：何 芳
装帧设计：刘丽华

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）
印 刷：北京永鑫印刷有限责任公司
装 订：三河市万龙印装有限公司
720mm×1000mm 1/16 印张 11 1/4 字数 148 千字 2009 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899
网 址：<http://www.cip.com.cn>
凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：48.00 元

版权所有 违者必究

前 言

技术进步是经济增长的源泉和动力，而技术进步依赖于 R&D（研究与发展）投入。作为发展中国家，我国 R&D 投入既存在强度偏低的问题，又存在配置不合理的问题。必须在进一步加大 R&D 投入的同时更加科学、有效与合理地配置有限的 R&D 资源，这是在建设创新型国家进程中始终不可避免的重大课题。为此，本书研究的主要思路是：

一是既要发挥市场的力量，又要依赖于政府弥补市场失灵和干预市场作用的发挥，通过有效的制度安排，加大政府 R&D 投入，诱导全社会增加 R&D 投入，提高 R&D/GDP 比重，并解决目前我国 R&D 来源结构“低水平均衡陷阱”的问题，使我国 R&D 投入总量与来源结构、R&D/GDP 和 R&D 在三大主体、三大研发阶段间配置与工业化发展阶段相适应。

二是 R&D 投入、来源结构、R&D/GDP 与配置的发展演化有其固有的规律性，世界主要发达国家上百年的工业文明史所折射、反映的规律性为我国建设创新型国家提供了重要的参照系。

三是我国有着不同于发达国家的国情，既要借鉴国际经验，又要从中国的实际出发，实现国际经验的本土化，这是设计未来 15 年我国 R&D 投入与配置制度框架的基本出发点。

总之，本书的研究是以建设创新型国家为背景，以科学发展观为指导，在综合国内外大量文献研究成果的基础上，综合应用多学科的研究方法，以 R&D 投入总量与来源结构、R&D/GDP 和 R&D 配置的调整与变化作为研究的主线来展开深入的分析，试图形成高质量的研究成果，服务于创新型国家的建设。

吴林海

2008 年 11 月

目 录

0 绪 论	1
0.1 研究背景	3
0.2 概念界定	4
0.3 研究现状	6
0.3.1 R&D 来源结构	7
0.3.2 R&D/GDP	7
0.3.3 R&D 配置结构	8
0.4 研究思路	9
0.5 主要内容	10
0.6 研究方法和主要创新	12
1 R&D 与经济增长：理论述评	15
1.1 经济增长理论模型的内生化历程	17
1.2 内生经济增长的理论回顾	20
1.2.1 罗默的知识溢出模型	21
1.2.2 卢卡斯的人力资本溢出模型	22
1.2.3 琼斯-真野惠里模型	24
1.2.4 博兰德-杨模型	25
1.2.5 简要评论	25
1.3 R&D 增长模型	28
1.3.1 罗默的知识驱动模型	28
1.3.2 格罗斯曼-赫尔普曼模型	29
1.3.3 杨模型	30
1.3.4 新熊彼特增长模型	31
1.3.5 简要评论	32
1.4 主要结论	33

2 中国 R&D 投入、配置与经济增长	35
2.1 R&D 投入及经济增长的统计性描述	37
2.2 R&D 投入与经济增长的计量分析	39
2.2.1 数据说明和变量的平稳性检验	39
2.2.2 协整检验	41
2.2.3 误差修正模型	42
2.2.4 Granger 因果关系检验	43
2.3 R&D 配置与经济增长的灰色关联分析	45
2.3.1 研发主体间的 R&D 配置	45
2.3.2 研发阶段间的 R&D 配置	46
2.3.3 灰色关联分析	47
2.4 主要结论	50
3 R&D 投入、配置与政策演化的国际经验	53
3.1 R&D 投入总量	55
3.2 R&D 投入强度	56
3.3 R&D 来源结构	59
3.4 R&D 配置结构	61
3.4.1 R&D 投入在执行主体间的配置	62
3.4.2 R&D 投入在不同研发阶段间的配置	64
3.4.3 不同主体在不同研发活动中的配置	66
3.5 R&D 投入与配置政策的演化	67
3.5.1 美国	67
3.5.2 日本	68
3.5.3 德国	70
3.5.4 韩国	71
3.6 国际 R&D 投入与配置的新趋势	73
3.7 主要结论	76
4 R&D 投入配置的主要缺失与未来需求	81
4.1 R&D 投入明显不足	83
4.1.1 R&D/GDP 明显偏低	83

4.1.2	来源结构呈低水平的均衡状态·····	83
4.1.3	大中型企业 R&D 投入不足·····	84
4.2	政府 R&D 投入对企业诱导效应不大·····	85
4.2.1	相关理论·····	85
4.2.2	模型设定·····	88
4.2.3	1991~2005 年间的实证结果·····	89
4.3	R&D 投入效率偏低且不稳定·····	91
4.3.1	DEA 模型·····	92
4.3.2	指标选取与数据采集·····	93
4.3.3	1991~2006 年间的实证结果·····	95
4.4	R&D 配置明显失衡·····	97
4.4.1	三大主体间配置仍不合理·····	97
4.4.2	三大阶段间配置仍不平衡·····	99
4.4.3	研发主体在不同研发阶段间协同不够·····	100
4.5	R&D 投入与配置的未来需求·····	101
4.5.1	支撑全面小康社会建设·····	101
4.5.2	破解资源、能源和环境的瓶颈制约·····	102
4.5.3	促进农业转型·····	102
4.5.4	推动传统产业改造升级·····	103
4.5.5	满足社会协调发展·····	103
4.5.6	保障国防与经济安全·····	104
4.6	主要结论·····	104
5	基于战略目标的未来 R&D 投入与配置分析·····	107
5.1	发展战略目标与预测基础·····	109
5.1.1	发展战略的主要目标·····	109
5.1.2	预测背景·····	111
5.1.3	相关结论·····	113
5.2	GDP 总量与 R&D 投入总量的预测·····	114
5.2.1	GDP 总量预测·····	114
5.2.2	R&D 投入总量预测·····	116
5.3	未来 R&D 投入与配置的理想状态·····	118

5.3.1 R&D 投入强度的理想状态	118
5.3.2 R&D 投入来源结构的理想状态	119
5.3.3 R&D 配置结构的理想状态	120
5.4 主要结论	122
6 未来 R&D 投入与配置的制度安排	125
6.1 完善政府加大 R&D 直接投入的制度安排	127
6.1.1 制度安排的预期目标	127
6.1.2 预期目标的可行性	128
6.1.3 加大政府 R&D 直接投入的制度安排	130
6.2 形成促进和诱导企业 R&D 投入的制度安排	135
6.2.1 预期目标与可行性分析	136
6.2.2 诱导企业 R&D 投入的制度安排	137
6.3 协同促进政府直接投入与诱导企业投入的制度安排	143
6.3.1 直接与间接政策的比较	143
6.3.2 合理界定政府与企业 R&D 投入的分工	146
6.3.3 制度安排中的若干关系	146
6.4 优化 R&D 配置的制度安排	149
6.4.1 制度安排的主要目标	149
6.4.2 制度安排的主要内容	150
6.5 提升 R&D 效率的制度安排	152
6.5.1 深化完善 R&D 组织形态	153
6.5.2 促进 R&D 组织形态演化的制度安排	156
6.5.3 完善 R&D 投入配置的监督评价体系	161
6.6 主要结论	162
参考文献	164
后记	170

0

绪 论

0.1 研究背景

R&D 活动是创新的核心内容,其经费投入是全社会科技投入的关键组成部分。研究表明,R&D 强度 ($R\&D/GDP$) 与人均 GDP 增长之间存在显著的正相关关系。基于创新对经济长期增长与社会发展重要性的认识,许多国家尤其是发达国家政府在不同的历史发展阶段分别提出了富有活力的 R&D 投入与配置的政策体系,旨在推动全社会 R&D 投入的增加与配置的合理。经过数十年的发展形成了完整的、可供借鉴的经验性规律。

1995 年 5 月 6 日颁布的《中共中央国务院关于加速科学技术进步的决定》,首次提出在全国实施“科教兴国”的战略。在“科教兴国”政策方针指导下,政府 R&D 投入力度不断加大,带动了全社会 R&D 投入较快速度增长。R&D 强度从 1996 年的 0.6% 上升到 2006 年的 1.42%,保持了较高的增速,有效地提升了我国科技发展的水平,对促进我国经济发展由主要依靠廉价资源和廉价劳动力逐步向主要依靠科技水平和劳动者素质的转型作出了巨大的贡献。但是,从我国改革开放 30 年来科技发展的轨迹来分析,我国 R&D 来源结构呈低水平的“均衡状态”,投入强度仍然偏低,配置仍然不合理,投入效率仍然不高,极大地制约了我国的科技发展。这是不可否认的事实,更是必须亟待解决的重大问题。

2006 年初,党中央、国务院作出了建设创新型国家的重大决策。根据中央的决策,《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020 年)》提出“到 2020 年,全社会研究开发投入占国内生产总值的比重提高到 2.5% 以上,力争科技进步贡献率达到 60% 以上,对外技术依存度降低到 30% 以下,本国人发明专利年度授权量和国际科学论文被引用数均进入世界前 5 位”,实现“自主创新能力显著增强,科技促进经济社会发展和保障国家安全的能力显著增强,为全面建设小康社会提供强有力的支撑;基础科学和前沿技术研究综合实力显著

增强,取得一批在世界具有重大影响的科技成果,进入创新型国家行列,为在本世纪中叶成为世界科技强国奠定基础”的目标。而实现上述目标,一个核心的问题是要通过市场机制与政府作用有机结合,提高 R&D 的投入强度,完善 R&D 的配置结构,提升 R&D 的投入效率。这既是国际经验,也是我国科技发展的最迫切的现实需要。

本书的研究是基于国际经验与建设创新型国家为视角,以研究中国未来 R&D 投入与配置为主题,试图通过多学科的理论与方法全面描述未来 15 年内中国建设创新型国家应形成的 R&D 投入总量、来源结构、R&D/GDP 和 R&D 配置的理想状态,同时在实证研究的基础上,采用比较研究、经验演绎等方法,提出与中国未来 R&D 投入与配置需求相衔接的制度框架,为政府相关部分的决策提供咨询,并为学界丰富与发展具有中国特色的科技管理与政策理论提供借鉴。

0.2 概念界定

本书涉及的最基本的概念主要有 R&D、R&D 投入、政府 R&D 投入等。根据研究的主题,在借鉴、归纳国内外多方面研究的基础上,本书将主要概念作了如下的严格界定。

(1) R&D R&D 是英文 research and development 的缩写,一般翻译为研究与发展。经济合作与发展组织(OECD)将其定义为,“在一个系统的基础上创造性展开工作,目的在于丰富有关人类、文化和社会的知识库,并利用这些知识进行的发明”。此定义突出了 R&D 的两个特性,即创造性和知识性,这也是研发的本质特征。美、日等国关于 R&D 的定义与 OECD 的定义基本相同。联合国教科文组织(UNESCO)对 R&D 的定义与此类似,在 1971 年出版的《科学应用与发展》中,将其定义为:“为增加知识总量以及运用这些知识去创造新应用,进行的系统的、创造性的工作”。值得注意的是,UNESCO 将 R&D 活动、科技教育与培训、科学技术服务三者统称为科技活动,将 R&D 与其他科技活动进行了区分。我国对 R&D 的

定义和分类与联合国教科文组织基本相同，可以作为进行国际比较的指标。但在最近进行的科技活动，尤其在科技统计方面，有逐渐向 OECD 标准靠拢的倾向。

(2) R&D 活动 R&D 活动包括三大类研究活动：基础研究 (basic research)、应用研究 (applied research) 和试验发展 (experiment development)。OECD 对其的定义如下：基础研究是以知识进步为目的的研究，不考虑特定的实际应用；应用研究是以知识进步为目的的研究，考虑特定的实际应用；试验发展是利用基础研究和应用研究的成果，以及引进新材料、装备、产品、系统工程或以对现存的东西改良为主的研究。UNESCO 有关文献对基础研究、应用研究和试验发展的定义是：基础研究是指为了获得关于现象和可观察事实的基本原理的新知识而进行的实验性或理论性工作，它不以任何特定的应用或使用为目的；应用研究也是指为了获得新知识而进行的创造性研究，但它主要针对某一特定的实际目的或目标；试验发展是指利用从科学研究和实际经验中获得的现有知识，为产生新的材料、产品或装置，建立新的工艺、系统和服务，或对已经产生或建立的上述各项进行实质性的改进，所进行的系统性工作。我国关于三大类 R&D 活动的定义与联合国教科文组织类似。因此，本书主要采用联合国教科文组织对 R&D 及其三大类 R&D 活动的定义。

(3) R&D 投入 是指用于 R&D 活动中的各种资源，包括人、财、物等多方面的投入，由于资金投入决定了整个 R&D 的投入水平，是创新活动最为关键的基础性因素，本书研究的 R&D 投入主要指资金方面的投入。由于收支平衡的原则，每年的 R&D 投入必然等于每年的 R&D 支出，如在没有专门的 R&D 投入统计的情况下，本书参考并使用了 R&D 支出的统计数据。

(4) 政府 R&D 投入 政府 R&D 投入是指政府用于 R&D 活动中的各种资源，它包括用于研究与发展课题活动的直接投入和间接用于研究与发展活动的投入。在本书中所指的政府 R&D 投入仅指用于 R&D 活动的经费投入，而且主要是指直接的投入。政府 R&D 投入

即经费投入具体可以区分为三种形式：资助公共科研机构从事 R&D 活动；资助企业的 R&D 活动，包括政府对企业 R&D 活动的直接资助；资助高校从事 R&D 活动等。

(5) R&D 投入主体与执行主体 R&D 投入有 R&D 投入主体和 R&D 执行主体之分。R&D 投入主体，即 R&D 投入资金的来源，主要有政府和企业两大投资主体，其他如高校、非营利组织等，比例一般在 5% 以下，总和比例在 10% 以下，所以不将其作为本书的主要研究对象。R&D 资金主要投向科研机构、高校和企业。根据政府和企业 R&D 投入相对比例的变化，R&D 投入发展历程可分为政府主导型（政府 R&D 投入比例超过 50%，大于企业 R&D 投入）、政府企业双主导型（政府与企业投入比例大致相当）、企业主导型（企业 R&D 投入比例超过 50%，大于政府 R&D 投入）等三种类型，大致体现了随着经济社会的发展 R&D 投入结构的发展过程。

R&D 执行主体是 R&D 经费的使用者，主要有科研机构、高校、企业三类，在发达国家，还包括一些非营利的国际组织等。科研机构和高校的研发经费主要来源于政府投入，企业 R&D 经费主要来源于自身。企业的 R&D 活动主要针对于试验发展，研究机构和高校主要对应基础研究和应用研究。因此，执行主体结构基本与三大领域的经费使用比例相适应，而投入结构比例也基本与之相应，高校和研究机构 R&D 经费的使用要低于企业，大致相当于政府 R&D 经费投入与企业 R&D 经费投入的比例。

0.3 研究现状

R&D 投入（主要是指经费与人力资源投入，本书主要研究经费投入，已在相关概念中作了明确的界定与说明，在后续的研究中没有特殊情况不再一一说明）是科技活动最基本的内容，包含投入总量、来源结构、R&D/GDP（投入强度）与配置等一系列问题。目前国内的研究现状如下。

0.3.1 R&D 来源结构

已有的研究主要集中在四个方面：

(1) 结构模式 一个国家 R&D 投入来源是多渠道的，但政府和企业是投入的主渠道。根据不同主体在 R&D 投入中所占比重的不同，R&D 来源结构可分为政府主导型、政府企业双主导型和企业主导型等三种类型（莫燕，2003）。

(2) 来源结构与工业化进程 发达国家在工业化第一阶段和第二阶段的前期，政府投入占绝对主导地位；工业化第二阶段的中后期，出现政府小于企业投入比例的转折点，逐步形成政府企业双主导型格局（张纓，2005）；工业化后期，政府 R&D 投入比例明显下降，R&D 来源结构过渡到企业主导型模式（邓向荣等，2004）。

(3) 来源结构与科技成果转化 发达国家 R&D 来源结构在政府主导型—政府企业双主导型—企业主导型的转变过程中，科技成果的转化率不断提升。统计资料显示，发达国家的科技成果转化率由 20 世纪初的 5%~10%，提高到中期的 50%，再提高到 80 年代的 60%~80%（夏亮辉，2000）。

(4) 来源结构与科技政策 目前发达国家 R&D 投入形成了企业、政府分别约占 2/3、1/3 的比较成熟的来源结构，来源结构的演化体现了国家意志。第二次世界大战后，加强基础研究和人才培养是发达国家制定科技政策的出发点（Vannevar Bush, 1960），与之对应，政府必然加大 R&D 投入力度，因此，在 20 世纪 60~70 年代甚至 80 年代，R&D 来源结构仍以政府主导型为主。随着时间的推移和环境的变化，尤其是国际市场竞争的日趋激烈，企业主导替代政府主导就成为历史的必然。

0.3.2 R&D/GDP

主要成果集中在：

(1) R&D/GDP 增长一般规律 尽管发达国家 R&D 投入力度各

不相同,但 R&D/GDP 的发展轨迹是类“S”曲线,第一个、第二个转变点分别在 1.0%左右和 2.5%左右,一般经历缓慢增长、快速增长和基本稳定等三个阶段(谭文华,2005)。

(2) R&D/GDP 与工业化发展阶段 发达国家在工业化第一、二阶段和后工业化阶段,R&D/GDP 一般稳定在 1.5%、2.0%和接近或超过 3%左右的水平上(邓向荣,2004)。

(3) R&D/GDP 与技术创新阶段 R&D/GDP 在 1%以下、1%~2%和超过 2%,技术创新则分别处于使用技术、改进技术和创造技术阶段(远德玉,1994)。R&D/GDP 达到 1%是科技起飞的技术性标志,2%是创新驱动标志(高健,1997)。

0.3.3 R&D 配置结构

研究成果主要在以下两个方面:

(1) 在执行主体间的配置 企业、高校、政府研发机构是 R&D 的主要执行主体。20 世纪 90 年代,发达国家企业 R&D 开支高于自身的投入(王永杰,2004),使用总量占有所有 R&D 经费的比例一般均超过 60%,且有逐年增加的趋势(陈震,2003)。而高校、政府研发机构 R&D 开支所占比重的排列在不同国家呈现出不同的特征,但基本趋势是高校 R&D 开支所占比重超过政府研发机构。2003 年在世界十大研发大国中,高校 R&D 开支所占比重超过政府研发机构的有 8 个国家(OECD,2005)。

(2) 在不同研发阶段间的配置 基础研究、应用研究和试验发展是 R&D 活动的三个阶段。虽然基础研究投入强度在不同国家、不同发展阶段有所差别,但发展轨迹呈 S 曲线,当基础研究强度达到 7%~8%时,进入到快速上升阶段;达到 15%左右之后,增长势头放缓,一般很难达到 20%(曾国屏,2003)。目前发达国家三大研究所占 R&D 的比重,一般为 13%~19%、20%~25%、50%~61%(陈震,2003)。

上述研究主要是国内学者依据世界上主要发达国家和新兴工业化

国家的实践所形成的学术成果，并依据中国的实际提出了富有建设性的建议，虽然具有一定的局限性，但为本书展开深入研究拓宽了视野。

0.4 研究思路

技术进步是经济增长的源泉和动力，而技术进步又主要依赖于 R&D 投入。作为发展中国家，我国 R&D 投入既存在强度偏低的问题，又存在配置不合理的问题。必须在进一步加大 R&D 投入的同时，有效配置有限的 R&D 资源，这是在建设创新型国家进程中始终不可避免的重大课题。为此，本书在研究过程中始终以国际经验与建设创新型国家为视角，以研究中国未来 R&D 投入与配置为主线，并牢牢把握以下三个方面的问题：

(1) 政府与市场的关系 中国未来 R&D 投入与配置问题的解决既要发挥市场的力量，又要依赖于政府弥补市场失灵和干预市场作用的发挥，通过有效的制度安排，加大政府 R&D 投入，诱导全社会增加 R&D 投入，提高 R&D/GDP 比重，并解决目前我国 R&D 来源结构“低水平均衡陷阱”的问题，使我国 R&D 投入总量与来源结构、R&D/GDP 和 R&D 在三大主体、三大研发阶段间配置与工业化发展阶段相适应。

(2) 尊重国际经验 R&D 投入、来源结构、R&D/GDP 与配置的发展演化有其固有的规律性。世界主要发达国家上百年的工业文明史所折射、反映的规律性为我国建设创新型国家提供了重要的参照系。中国未来 R&D 投入与配置的制度设计必须尊重客观规律。

(3) 从中国的实际出发 我国有着不同于发达国家的国情，既要借鉴国际经验，又要从中国的实际出发，实现国际经验的本土化，这是设计未来 15 年我国 R&D 投入与配置制度框架的基本出发点。

总之，本书的研究是以建设创新型国家为背景，以科学发展观为指导，在综合国内外大量文献研究成果的基础上，基于国际经验，综